



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09118961 A**(43) Date of publication of application: **06.05.97**

(51) Int. Cl.

C22C 38/00**C21D 6/00****C22C 38/38**(21) Application number: **07274597**(22) Date of filing: **23.10.95**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**(72) Inventor:
**FUJITA NOBUHIRO
SHIMADA TETSUYA
YAMAMOTO AKIO
KURE YUKIHIRO****(54) FERRITIC STAINLESS STEEL EXCELLENT IN
WORKABILITY AND HEAT RESISTANCE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To secure the heat resistance of a ferritic stainless steel in long time use and to improve its workability by specifying the amt. of Nb to be added to the content of C+N to precipitate specified Nb compounds after final annealing.

SOLUTION: The compsn. of a ferritic stainless steel is composed of, by weight, $\leq 0.0030\%$ C, $\leq 0.0050\%$ N, 0.05 to 2.0% Si, 0.1 to 2.0% Mn, 10 to 22% Cr, Nb;

($3 \times 93/12 \times C + 93/14 \times N$)% to 1.0%, and the balance Fe with inevitable impurities. The steel having the above compsn. is subjected to final annealing and is allowed to contain the formed Nb precipitates as Fe_3Nb_3C or Fe_2Nb . This steel is, if required, furthermore incorporated with one or two kinds of Ti; $[48 \times (N/14)]$ to 0.5% and Al; $[27 \times (N/14)]$ to 0.020% or moreover incorporated with one or two kinds of 0.1 to 2.0% Mo and 0.1 to 2.0% W. Thus, in the Nb-added steel, the solid solution C harmful for high temp. strength and formability can remarkably be reduced.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-118961

(43) 公開日 平成9年(1997)5月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2		C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z
C 2 1 D 6/00	1 0 2		C 2 1 D 6/00	1 0 2 E
C 2 2 C 38/38			C 2 2 C 38/38	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平7-274597	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成7年(1995)10月23日	(72) 発明者	藤田 展弘 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(72) 発明者	島田 鉄也 福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新 日本製鐵株式会社八幡製鐵所内
		(72) 発明者	山本 章夫 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(74) 代理人	弁理士 田村 弘明 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工性および耐熱性に優れたフェライト系ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、自動車排気系用等の材料として、加工性および耐熱性に優れたフェライト系ステンレス鋼を提供することを目的とする。

【解決手段】 C: 0.0030%以下、N: 0.0050%以下、Nb: $3 \times 93 / 12 \times C + 93 / 14 \times N - 1.0\%$ とし、最終焼鈍後にNb炭化物としてFe₃Nb₃Cを形成することによって、高温使用に伴う高温強度の低下抑制および加工性向上の両立が図られる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で

C : 0.0030%以下、
 N : 0.0050%以下、
 Si : 0.05~2.0%、
 Mn : 0.1~2.0%、
 Cr : 10~22%、
 Nb : $(3 \times 93 / 12 \times C + 93 / 14 \times N) \% \sim 1.0\%$

を含有し、残部がFeおよび不可避不純物から成る鋼において、最終焼鈍後に形成されたNb析出物として、Fe₃Nb₃CまたはFe₂Nbを有することを特徴とする加工性および耐熱性を改善したフェライト系ステンレス鋼。

【請求項2】 重量%でさらに

Ti : $(48 \times (N / 14)) \% \sim 0.5\%$ 、
 Al : $(27 \times (N / 14)) \% \sim 0.020\%$

の1種または2種を含むことを特徴とする請求項1記載の加工性および耐熱性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項3】 重量%でさらに

Mo : 0.1~2.0%、
 W : 0.1~2.0%

の1種または2種を含む請求項1または2記載の加工性および耐熱性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項4】 請求項1, 2, 3のいずれかに記載のステンレス鋼からなる自動車排気系部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車排気系等の材料として用いられる、加工性および耐熱性に優れたフェライト系ステンレス鋼および該鋼から製造された自動車排気系部品に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車の燃費向上および高出力化に伴い、排気ガス温度は900℃にまで達しており、今後さらに上昇すると言われている。このような背景から、自動車排気系材料には、さらなる耐熱性向上およびそれが適用される部品をコンパクトにするための加工性の向上が求められている。

【0003】従来、自動車排気系材料には、SUH409, SUS430J1LやSUS436L等が用いられている。成形加工性向上の観点から、製造工程において熱延板焼鈍を施すことや、冷間圧延にて圧下率を高くする等の手法が用いられている。例えば、特開平3-264652号公報に記載の発明には熱延板焼鈍を施すことを条件としている。

【0004】このように、加工性を改善させるためには、熱延板を焼鈍しさらに冷延圧下率を高めることが重要な条件として取り上げられている。しかし、これらは

経済的に不利であるとともに、自動車排気系材料は薄板の中でも比較的厚物が多く、板厚にして1.0~2.0mmがよく使用され、冷延での高圧下率はとりにくいのが現状である。さらに、耐熱性、特に高温強度に関しては、TiやNbの析出物の形態が大きく影響する。従って、熱履歴が多岐に渡ることや複雑になることは析出物制御の観点から望ましいことではない。また、自動車は長期間(〜約10年)に渡り使用されるため、長時間使用に伴う材質劣化(高温強度の低下)について充分考慮されるべきである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】高温材料の成分設計を行う上で、従来は強化元素を多量に添加し、高温強度の向上を図ることが行われていた。しかし、一方でこれは製造性を劣化させ、コストの高騰を招く原因となっていた。さらに、高温長時間強の向上を短時間側の強度向上で捕捉すると言う考え方からの合金の多量添加であり、効率的な材料設計と言えるものではない。このように、従来技術には、高温長時間使用と成形加工性を充分考慮した材料設計が行われていない。

【0006】そこで本発明では、初期の析出物を制御することで高温長時間使用での耐熱性の確保および部品をコンパクトにするための加工性の向上の両立を図るものである。すなわち、通常の焼鈍条件で初期のNb析出物をFe₃Nb₃CやFe₂Nbとすることで材料が長時間使用されても、充分な高温特性を確保できること、およびこれら析出物をより微細にすることで部品加工時の加工性を阻害しないこと同時に確保した耐熱性および加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、特にNbの炭化物の形態を制御することで、高温長時間使用に伴う高温強度の低下抑制および加工性の確保を図った。まず、常温での延性を35%程度以上に高めることに着目した。これまで、TiおよびNbを単独または複合添加し、CおよびNを固着することで加工性を向上させてきた。その場合、TiおよびNbの添加量を、C+N量に対して過剰になるように下限を制限していたものの、MC型およびMN型の炭窒化物のみを念頭においていた。この従来からの考え方では、飛躍的な延性の向上を図ることができない。

【0008】Nb添加鋼では、MC型の炭化物NbCを形成する場合よりもM₆C型の炭化物Fe₃Nb₃Cを形成する場合やこれらに加えてFe₂Nbが析出する場合に高延性であることを見いだした。また、発明者らは、既に高温強度の向上に固溶Nbが有効であること、高温使用時にはNbCが粗大なM₆C型の炭化物に変化することにより高温強化元素である固溶Nbが消費され、高温強度が低下することを明らかにしている。この

ことを考え合わせると、焼鈍直後からNb炭化物をM₆C型やFe₂Nbとしておくことは、高温長時間使用に伴う高温強度の低下抑制の観点からも有効である。

【0009】一方、Nb添加のフェライト系ステンレス鋼での析出に関しては中村ら（材料とプロセスvol.4（1991））や宮崎ら（材料とプロセスvol.4（1991））がその存在を、C量が100ppm程度と本発明請求範囲よりも3倍以上高い場合に確認している。この場合、Nb炭化物は比較的大きいサイズであることに加え、析出形態と延性や時効後の強度低下についての言及がない。

【0010】本発明者らは、析出形態と延性や時効後の強度低下を念頭に、焼鈍直後からM₆C型のNb炭化物やFe₂Nbをより微細に生成させる条件として、C：0.0030%以下、Nb：(3×93/12×C+93/14×N)%～1.0%を見出し、高温長時間使用に伴う高温強度の低下抑制と加工性の向上を同時に達成するものとした。

【0011】すなわち、本発明の要旨は、重量%でC：0.0030%以下、N：0.0050%以下、Si：0.05～2.0%、Mn：0.1～2.0%、Cr：1.0～2.2%、Nb：(3×93/12×C+93/14×N)%～1.0%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物から成る鋼において、最終焼鈍後に形成されたNb析出物として、Fe₃Nb₃Cを有する加工性および耐熱性に優れたフェライト系ステンレス鋼にある。

【0012】上記本発明鋼には、必要に応じて、重量%でTi：(48×(N/14))%～0.5%、Al：(27×(N/14))%～0.020%の1種または2種を、あるいはさらに必要に応じて重量%でMo：0.1～2.0%またはW：0.1～2.0%の1種または2種を添加することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。C：Cは成形加工性を劣化させるとともに、TiおよびNbとの親和力が強く高温強度を低下させる。従って、高温長時間使用に伴う高温強度の低下抑制と加工性とを両立させる観点から、焼鈍直後にM₆C型の炭化物として析出させることが特に有効である。このため、0.0030%以下とし、Nb量もこれと併せて(3×93/12×C+93/14×N)%以上とした。

【0014】N：C同様、成形加工性を劣化させ、TiおよびNbとの親和力が強く高温強度を低下させる。従って、低いことが望ましく、0.0050%以下とした。

Si：脱酸元素であり、耐酸化性確保のため0.05%以上とした。また、2.0%以上の添加は、著しく硬化するため、これを上限とした。

Mn：脱酸元素であるため0.1%以上とした。一方、

耐酸化性を劣化させ、オーステナイトフォーマーでもあるためマルテンサイト生成を抑制させる観点から上限を2.0%とした。

【0015】Cr：ステンレス鋼の基本性能である耐食性を確保するとともに、自動車の排気ガス温度の高温化に対応可能な耐酸化性を確保するために少なくとも700℃における耐酸化性を確保するために10%以上とし、2.2%を超える添加は、加工性も劣化するため上限を2.2%とした。また、1000℃までの耐酸化性と加工性の両立を考慮すれば1.9%以下が望ましい。

【0016】Nb：C、Nを固着し、成形加工性および高温強化に有効である。Cを焼鈍直後にM₆C型の炭化物として析出させることおよびNb自身がFe₂Nbとして析出することが高温長時間使用に伴う高温強度低下抑制と加工性とを両立させる観点から特に重要である。このため、3×93/12×C+93/14×N≤Nbとした。また、固溶Nbの増加で高温強化に寄与するが1.0%を超える添加は靱性を劣化させるため1.0%以下とした。

【0017】本発明においては、必要に応じてさらにTiやAlの少なくとも1種を含有させる。

Ti：特にNを固着させる目的で添加し、成形加工性を向上させるため48×(N/14)%以上とした。一方、耐酸化性評価項目の1つである皮膜の密着性を劣化させるため、0.5%以下とした。

Al：特にNを固着させる目的で添加し、成形加工性を向上させるため27×(N/14)%以上とした。一方、0.020%を超える添加は高温使用中に伴う針状の内部粒界酸化の生成を促進するため、0.020%を上限とした。

【0018】さらには、MoやWの少なくとも1種も必要に応じて含有させる。

Mo：高温強度や耐高温塩害性を高める元素であるが、延性や溶接性を劣化させるため、0.1～2.0%の範囲とした。また、高温強度や耐高温塩害性の観点から0.4%以上が望ましい。

W：高温強度や耐高温塩害性を高める元素であるが、延性や溶接性を劣化させるため、0.1～2.0%の範囲とした。また、高温強度や耐高温塩害性の観点から0.4%以上が望ましい。

【0019】焼鈍直後のNb析出物の種類については、高温長時間使用に伴う高温強度の低下抑制と成形加工性の向上を両立させるための条件として、Nb添加鋼において、高温強度および成形加工性に有害な固溶C量を極力低減させるため、焼鈍直後のNb炭化物をMC型炭化物ではなくM₆C型とすることまたNb自体もFe₂Nbとすることで、高温長時間使用中の高温強度確保と成形加工性の飛躍的向上との両立を図った。

【0020】

【実施例】表1に示す化学成分の供試鋼を、真空溶解に

て各20kg溶製し、熱間圧延～酸洗～冷間圧延～焼鈍～酸洗を行い1.5mmの鋼板を作製した。それらの鋼板の常温における機械的性質を同じく表1に示す。次に、得られた鋼板から各試験片を採取し各種高温特性の評価試験を行った。評価条件は以下の通り。

(1) 高温引張：950℃における0.2%耐力を求めた。

【0021】(2) 酸化試験：950℃×200hrの大*
供試鋼の化学成分(重量%)と常温の機械的性質

STEELS	C	N	Si	Mn	Cr	Nb	Ti	Al	Mo	W	焼鈍後の Fe, Nb, C 形成の有無	0.2%耐力 (MPa)	破断伸び (%)
D1	0.0025	0.0045	0.8	0.6	14.2	0.42	—	0.010	0.5	—	有り	290	35
D2	0.0013	0.0044	0.9	0.2	13.5	0.10	—	0.009	—	—	有り	285	37
D3	0.0025	0.0045	0.8	0.2	15.0	0.12	—	0.013	—	—	有り	295	36
D4	0.0011	0.0043	0.2	0.3	20.0	0.32	—	0.008	—	—	有り	290	38
D5	0.0028	0.0045	0.3	0.2	17.1	0.27	—	0.007	—	—	有り	285	38
D6	0.0025	0.0041	0.6	0.2	16.5	0.25	0.02	0.005	—	0.7	有り	290	40
D7	0.0023	0.0040	0.9	0.8	16.8	0.54	—	0.013	1.6	—	有り	310	35
D8	0.0026	0.0046	0.9	0.8	16.5	0.43	0.02	0.015	1.4	—	有り	300	35
C1	0.0024	0.0045	2.5	0.2	13.8	0.06	—	0.011	—	—	無し	345	27
C2	0.0037	0.0042	0.8	0.8	16.5	0.09	—	0.012	—	—	無し	300	36
C3	0.0051	0.0045	0.9	0.8	17.0	0.22	—	0.009	—	—	無し	315	33
C4	0.0045	0.0045	0.8	0.7	16.7	0.31	—	0.050	—	—	無し	315	34
C5	0.0025	0.0101	0.9	0.5	14.0	0.14	—	0.008	—	—	無し	310	32
C6	0.0020	0.0044	0.7	0.3	25.1	0.25	0.72	0.020	—	—	無し	365	27
C7	0.0024	0.0040	0.9	0.6	16.5	0.40	—	0.010	3.1	—	無し	350	28
C8	0.0023	0.0043	1.1	0.3	13.5	0.41	—	0.011	0.5	3.2	無し	380	27
C9	0.0024	0.0043	0.2	0.3	19.2	1.30	—	0.011	—	—	無し	試験片採取不可	

【0023】

【表2】

供試鋼の高温の材質特性

STEELS	950℃の0.2%耐力 (MPa) : A	950℃×200hr 連続酸化後の 950℃の0.2%耐力 : B	高温強度低下率 (1-B/A)×100	950℃×200hr 連続酸化後の試料状況	
				内部酸化の有無	酸化膜剥離
D1	18	17	6	無し	剥離無し
D2	10	9	10	無し	剥離無し
D3	10	10	0	無し	剥離無し
D4	14	13	7	無し	剥離無し
D5	12	11	8	無し	剥離無し
D6	16	15	6	無し	剥離無し
D7	21	19	10	無し	剥離無し
D8	20	19	5	無し	若干剥離有り
C1	10	8	20	無し	剥離無し
C2	10	8	20	無し	剥離無し
C3	12	8	33	無し	剥離無し
C4	15	9	40	有り	剥離無し
C5	11	8	27	無し	剥離無し
C6	13	11	8	無し	殆ど剥離
C7	21	20	4	無し	剥離無し
C8	22	20	8	無し	剥離無し
C9	試験片採取不可				

【0024】D1～D8の本発明鋼は、高温長時間に伴う高温強度の低下率が10%以下と低く、常温において50も低耐力で35%以上の破断延性を確保している。比較鋼のC1～C4については、3×93/12×C+93

7
／14×N≥Nbとなっており、高温長時間使用に伴う高温強度の低下率が20%以上と大きい。また、高SiのC1、高CrのC6、高Mo高WのC6、C7、C8は常温で高耐力－低延性である。高TiのC6は酸化試験後の酸化皮膜剥離が激しい結果となっている。また、高NbのC9は熱延板靱性が低いため冷延1パス目に表層より割れが多発し、冷延不可能であった。

【0025】

8
【発明の効果】以上に説明したように、本発明のフェライト系ステンレス鋼は、最終焼鈍後にNb炭化物としてFe₃Nb₃Cを形成させるので、加工性および耐熱性を両立して確保でき、自動車排気系用等の材料として、好適である。また、本発明鋼を自動車排気系部品に適用すれば、それらの部品をコンパクト化できるという効果も得られる。

フロントページの続き

(72)発明者 久禮 幸弘

福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新
日本製鉄株式会社八幡製鉄所内